ТРЕНИЕ И ИЗНОС

УДК 621.891

Н.С. КОЛЕВ

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННОЙ СВЯЗИ НА КОНТАКТНЫХ ПОВЕРХНОСТЯХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ МАТЕРИАЛОВ

В работе рассмотрены экспериментальные исследования адгезионной связи на контактных поверхностях твердосплавных материалов в зависимости от предела текучести различных сталей. Получены некоторые количественные значения адгезионных сил, коэффициентов адгезии, и прочности адгезионной связи, которые могут быть использованы не только для оценки явлений, но и для ориентировочных расчетов.
***Ключевые слова**: адгезионная связь, адгезионная сила, коэффициент адгезии, прочность адгезионной связи.*

Введение. В процессе трения металлов на контактных поверхностях действуют большие нагрузки, в результате чего сминаются микрошероховатости и происходит довольно плотный их контакт. На сближенных контактных поверхностях возникают адгезионные связи, роль которых в процессе трения очень велика и в то же время недостаточно изучена.

За последнее время в нашей стране и за рубежом опубликовано ряд работ по изучению природы адгезионных явлений. Фундаментальные исследования процесса трения и износа, в частности процесса схватывания металлов, проведены И.В. Крагельским, Б.В. Дерягиным, А.П. Семеновым, Б.И. Костецким и др. [1-3]. Полученные результаты, однако, не могут быть распространены на все области технологии и эксплуатации оборудования и требуют некоторого уточнения как в качественном, так и в количественном отношении.

И.В. Крагельский [3] выдвинул молекулярно-механическую теорию трения. Суть ее заключается в том, что в результате деформации повреждения кристаллическая решетка легко вступает во взаимодействие с находящейся с ней в контакте решеткой другого тела и при трении адгезия проявляется в виде глубинного разрушения, т.е. происходит вырывание частиц с поверхности менее прочного материала.

По мнению Б.И. Костецкого [1], для возникновения адгезионных связей нужна микропластическая деформация поверхностных слоев, в результате которой создаются свободные от окислов и загрязнений ювенильные поверхности трения и осуществляется плотный контакт.

Таковы основные положения, высказанные рядом исследователей о природе адгезионных явлений при внешнем трении.

Экспериментальная часть. Для определения адгезионных связей между трущимися парами различных материалов, а также определения прочности на срез адгезионной связи τ_0, необходимой для характеристики трения на упругом участке контакта, по полученным зависимостям И.В.Крагельского нами проведены специальные эксперименты.

Методика проведения экспериментов была следующей. Образцы соприкасались очищенными поверхностями и сдавливались определенной нагрузкой. После этого при нагрузке один из образцов проворачивался максимальным моментом. Затем нагрузка снималась. Связанные между собою силами адгезии образцы разъединяли определенным усилием. Зная разрушающее усилие и приложенную нагрузку, мы определяли коэффициент адгезии как отношение разрушающего усилия к нагрузке. Кроме этого, определялась прочность на срезе адгезионной связи. Эта величина находилась как отношение срезывающего усилия к площади контакта. Принципиальная схема установки показана на рис.1.

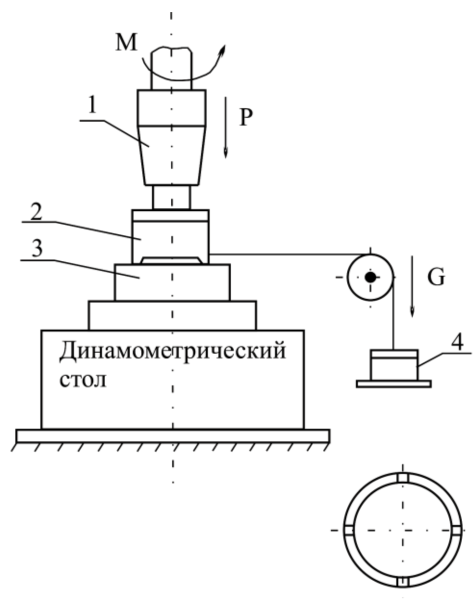


Рис. 1 Схема установки для испытания образцов
на степень адгезионной связи: 1 – патрон;
2 – образец; 3 – контробразец; 4 – груз

Образцы из различных материалов, физико-механические свойства которых приведены в табл. 1, имели трубчатую форму.

Таблица 1

Материал	Механические свойства				
	σ_b, $кг/мм^2$	σ_S, $кг/мм^2$	H_b, $кг/мм^2$	δ, %	ψ, %
Сталь 10	42	24	121	36,5	68,0
Сталь 35	53	27	150	22	53
Сталь 40	65	31	180	25	44
Сталь 40Х	68	42	193	23	69
Сталь 35ХГС	76	37	217	18,6	42
Медь	21,8	8	58	55	80

Контробразец из твердого сплава марок Т15К6 и ВК8 представлял собой пластинку чашечного резца стандартной формы, которая устанавливалась на столе динамометра и закреплялась специальными тисками. Результаты обработанных экспериментальных данных представлены на рис.2.

Для проверки влияния величины нагрузки на адгезионную связь были поставлены специальные эксперименты для пары сталь 40 – ВК8 и сталь 40-Т15К6, в которых величина нагрузки менялась (рис.3,4). Что же касается коэффициента адгезии, то он почти постоянен для данной пары материалов и не зависит от приложенной нагрузки (табл.2).

Таблица 2

№ п/п	Материал	Приложенная нагрузка, кг	Момент трения, кг/мм	Прочность адгезионной связи τ_0, кг/мм^2	Коэффициент адгезии	Сила разрыва адгезионной связи, кг
1	Красная медь – Т15К6	10	32	0,065	0,6	6
2	Красная медь – ВК8	10	38	0,12	0,65	6,5
3	Сталь 10 – Т15К6	10	24	0,045	0,41	4,1
4	Сталь 10 – ВК8	10	27	0,063	0,48	4,8
5	Сталь 40 – Т15К6	10	18,4	0,035	0,35	3,5
6	Сталь 40 – ВК8	10	21	0,052	0,40	4,0
7	Сталь 35 – Т15К6	10	20	0,039	0,38	3,8
8	Сталь 35 – ВК8	10	24	0,05	0,43	4,3
9	Сталь 40Х – Т15К6	10	24	0,028	0,25	2,5
10	Сталь 40Х – ВК8	10	26,3	0,043	0,28	2,8
11	Сталь 35ХГС – Т15К6	10	21,6	0,03	0,3	3
12	Сталь 35ХГС – ВК8	10	24,2	0,041	0,36	3,6
13	Сталь 40 – Т15К6	20	35	0,082	0,36	7,2
14	Сталь 40 – ВК8	20	39	0,12	0,4	8,1
15	Сталь 40 – Т15К6	30	43	0,132	0,35	10,5
16	Сталь 40 – ВК8	30	48	0,161	0,42	12,6
17	Сталь 40Х – Т15К6	40	56	0,154	0,34	13,6
18	Сталь 40 – ВК8	40	63	0,191	0,4	16
19	Сталь 40-Т15К6	50	61	0,164	0,3	15
20	Сталь 40 – ВК8	50	70	0,23	0,36	18

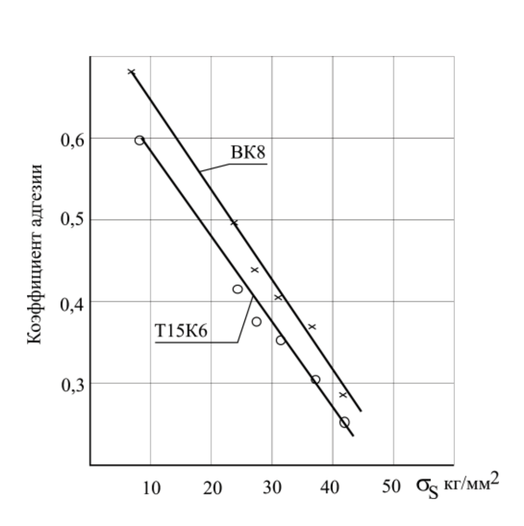


Рис. 2. Коэффициент адгезии
в зависимости от предела текучести

Рис. 3. Влияние величины нагрузки
на адгезионную силу

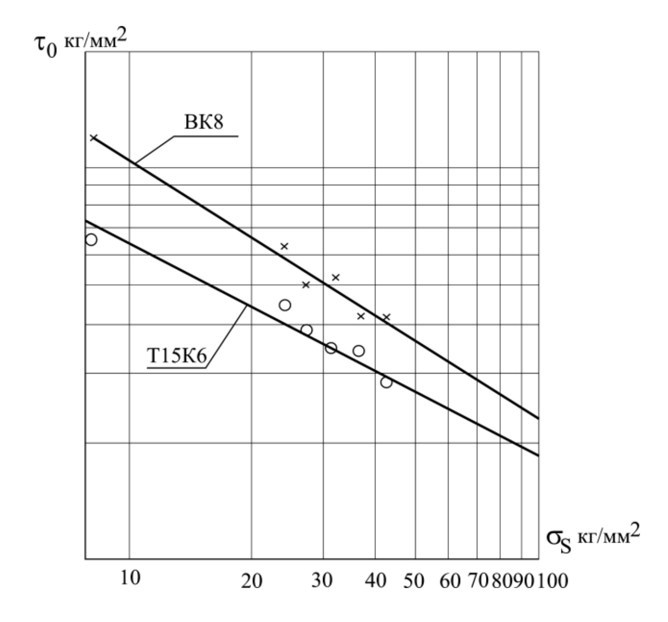


Рис.4. Изменение прочности адгезионой связи
в зависимости от предела текучести

Зависимость прочности адгезионной связи между различными материалами и твердыми сплавами, принятыми в экспериментах, общая и выражается следующим образом:

$$\tau_0 = K \cdot \sigma_S^{-n},$$

где τ_0 - прочность на срез адгезионной связи при отсутствии нормального давления; σ_S - предел текучести; K - постоянный коэффициент; n - показатель степени.

Коэффициент K и показатель степени n для сплавов Т15К6 и ВК8 соответственно имеют следующие значения:

для Т15К6 $K = 0{,}18;\ n \cong 0{,}48;$

для ВК8 $K = 0{,}22;\ n \cong 0{,}6$.

Для установления влияния температуры на адгезионную связь были проведены эксперименты, результаты которых показали, что при постоянном давлении с ростом контактной температуры адгезионная сила растет, достигая определенного максимума, а затем резко снижается. Максимальное значение адгезионной силы для пары сталь 40–ВК8 зарегистрировано при температуре 600-650°С, а для пары сталь 40-Т15К6 – 800-860°С.

Выводы.

1. Адгезионные силы при трении металлов, действующие на контактной поверхности, оказывают существенное влияние не только на напряженное состояние в зоне трения, но и на износ твердосплавного материала.

2. Адгезионные связи в процессе трения возникают и разрушаются, в местах разрушения возникают глубинные кратеры, свидетельствующие об уносе микрочастиц твердосплавного материала.

3. Эксперименты показали, что адгезионная связь будет больше для материалов с меньшим значением предела текучести.

4. Для твердосплавного материала группы ВК при всех прочих равных условиях силы адгезионного сцепления выше, чем для сплава группы ТК.

5. При увеличении нагрузки адгезионные силы сначала растут, а затем темп их роста значительно снижается. Что же касается коэффициента адгезии, то он почти постоянен для данной пары материалов и не зависит от приложенной нагрузки.

Библиографический список

1. Дерягин Б.В., Кротова Н.А. Адгезия. Исследование и область применения клеющего действия. – М. – Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – 244 с.

2. Колев Н.С. Теоретические и экспериментальные исследования трения и изнашивания вольфрамокарбидных и титановольфрамовых сплавов: Дисс…. д-р техн. наук. – Ростов н/Д, 1973. – 397 с.

3. Крагельский И.В. Трение и износ. – М.: Машиностроение, 1968. –С. 475.

Материал поступил в редакцию 21.07.06.

N.S.KOLEV

THE STUDY OF ADHESIVE BOND ON HARD-ALLOYED MATERIALS CONTACTS SURFACES

The work analyses the dependence of hard-alloyed materials contacts surfaces adhesive bond on yield limit of various steels.
Some quantative values of adhesive forces, adhesive coefficients and adhesive bond strength used for phenomena evaluation as well as for approximate calculations are reached.

КОЛЕВ Николай Степанович (р.1917), профессор кафедры «Металлорежущие станки и инструмент» (1977) ДГТУ, доктор технических наук.
Окончил Новочеркасский политехнический институт (1942).
Область научных интересов: изучение трения и износа твердосплавных материалов.
Имеет более 160 научных публикаций.